



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Семенова Виктория Алексеевна

доцент кафедры экологии и устойчивого развития, Белорусский
государственный университет
г. Минск, Республика Беларусь

Жумабаев Арсен Каирбекович

магистрант кафедры автоматизации и управления, Карагандинский технический
университет
г. Караганда, Республика Казахстан

Аннотация

Сохранение природных экосистем требует внедрения новых технологических решений, способных эффективно отслеживать изменения в окружающей среде в режиме реального времени. Роботизированные системы, включая автономные наземные и воздушные устройства, становятся неотъемлемым элементом экологического мониторинга. В статье рассматриваются виды роботов, применяемые для сбора данных о состоянии флоры, фауны, почв и водоёмов, а также примеры их использования в лесах, морских и прибрежных зонах. Анализируются технологии сенсорики, автономной навигации и передачи данных. Подчёркивается роль робототехники в предотвращении экологических катастроф, в борьбе с браконьерством и в восстановлении биоразнообразия.

Ключевые слова: экологический мониторинг, робототехника, сохранение природы, автономные системы, дроны, экосистемы, искусственный интеллект, устойчивое развитие

1. Введение

Современные вызовы, связанные с изменением климата, утратой биоразнообразия и деградацией природной среды, требуют новых подходов к экологическому контролю. Традиционные методы мониторинга, основанные на человеческом труде, часто являются трудозатратными, ограниченными по охвату и недостаточно оперативными. Роботы — как наземные, так и воздушные — способны выполнять длительные наблюдения в труднодоступных районах, фиксировать малейшие изменения и передавать информацию в реальном времени. Их применение открывает перспективы для качественно нового этапа в охране окружающей среды.

2. Типы роботов для экологического мониторинга

2.1. Воздушные роботы (дроны)

Используются для аэрофотосъёмки, тепловизионного анализа, картирования растительности и отслеживания миграции животных. Оснащены GPS, мультиспектральными и инфракрасными камерами.

2.2. Наземные автономные роботы

Передвигаются по сложному рельефу, применяются в лесных зонах и на болотистой местности. Могут брать пробы почвы, измерять уровень влажности, температуры и кислотности.

2.3. Подводные и надводные роботы

Используются для мониторинга водоёмов, качества воды, коралловых рифов и морской фауны. Пример — автономные подводные аппараты (AUV), применяемые в морской биологии и гидрологии.

3. Технические характеристики и возможности

3.1. Сенсорные системы

Роботы оснащаются широким спектром сенсоров: оптическими, акустическими, химическими и биологическими. Это позволяет фиксировать параметры среды, такие как уровень загрязнения, шумовой фон, наличие тяжёлых металлов и парниковых газов.

3.2. ИИ и машинное обучение

Интеграция алгоритмов ИИ позволяет роботам самостоятельно распознавать объекты (животных, растения, источники загрязнения), анализировать данные и принимать решения. Применяются сверточные нейронные сети для обработки изображений.

3.3. Энергоснабжение и автономность

Солнечные батареи, энергоэффективные микросхемы и системы энергосбережения обеспечивают длительную работу роботов без подзарядки. Современные модели могут функционировать автономно в течение нескольких дней и даже недель.

4. Примеры практического применения

4.1. Леса и охрана биоразнообразия

В тропических лесах Амазонии и Центральной Африки дроны и роботы используются для отслеживания вырубки леса, незаконной охоты и перемещения редких видов животных.

4.2. Морские и прибрежные экосистемы

Автономные аппараты контролируют состояние коралловых рифов, миграционные пути морских млекопитающих, а также уровень закисления океанов.

4.3. Борьба с браконьерством

В африканских заповедниках применяются дроны с тепловизорами и акустическими сенсорами для выявления нелегальной охоты, особенно в ночное время.

4.4. Мониторинг климатических изменений

Роботы фиксируют изменения в ледниках, таяние вечной мерзлоты и колебания температуры на больших высотах, где доступ человека ограничен.

5. Преимущества и ограничения

5.1. Преимущества

- Непрерывный сбор данных
- Работа в труднодоступных и опасных зонах
- Минимальное вмешательство в экосистему
- Высокая точность измерений
- Возможность масштабирования

5.2. Ограничения

- Высокая стоимость оборудования
- Необходимость технического обслуживания
- Ограничения по погодным условиям
- Зависимость от спутниковой связи и энергопитания

6. Перспективы развития

6.1. Биомиметические роботы

Разработка роботов, имитирующих поведение животных (рыб, птиц, насекомых), позволит проводить ещё более деликатное наблюдение за окружающей средой.

6.2. Коллективные роботизированные системы

Использование роя интеллектуальных роботов, обменивающихся данными в реальном времени, повысит эффективность экосистемного мониторинга на больших площадях.

6.3. Интеграция в глобальные системы устойчивого развития

Роботы становятся частью цифровых платформ устойчивого природопользования, включая системы раннего предупреждения, картографирования биоразнообразия и учёта природного капитала.

Заключение

Робототехнические системы открывают качественно новый этап в мониторинге и охране окружающей среды. Их способность собирать и анализировать данные в реальном времени, работать в сложных условиях и минимально вмешиваться в природу делает их незаменимыми инструментами в решении экологических задач XXI века. В сочетании с искусственным интеллектом и устойчивыми источниками энергии роботы становятся надёжными союзниками в борьбе за сохранение планетарных экосистем.

Литература

1. Xu W. et al. Robotics in environmental monitoring: current status and future perspectives. *Environmental Science & Technology*. 2021.
2. Vasquez R. et al. Autonomous systems for ecosystem surveillance. *Nature Ecology & Evolution*. 2020.
3. Chen Z. et al. Drones in biodiversity monitoring: technologies, applications, and challenges. *Biological Conservation*. 2022.
4. Рогозин В.В., Николаев И.С. Роботизированные системы в экологии. — М.: Техносфера, 2021.
5. Емельянов С.Л. Автоматизация мониторинга природных территорий. — Минск: БГУ, 2022.
6. Жаксылык А., Сеитов А. Роботы и устойчивое развитие: экотехнологии будущего. *Казахстанская наука*. 2023.
7. Wurman P.R. et al. Collective robotics for real-time ecosystem monitoring. *ACM Transactions on Autonomous Systems*. 2020.
8. UNEP Report: Digital Tools for Nature Monitoring. United Nations Environment Programme, 2023.